

Anwendung von keramischen Membranen bei zweistufiger Biogasproduktion

DVGW FORSCHUNGSTELLE AM ENGLER-BUNTE-INSTITUT, KIT
WASSERCHEMIE UND WASSERTECHNOLOGIE (DVGW-WASSER)



Inhalt

- Einleitung
- Membranen in der Biogasproduktion
- Versuchsaufbau und Messmethoden
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Diskussion

Einleitung

- Biogas

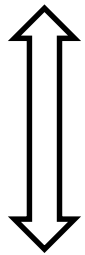
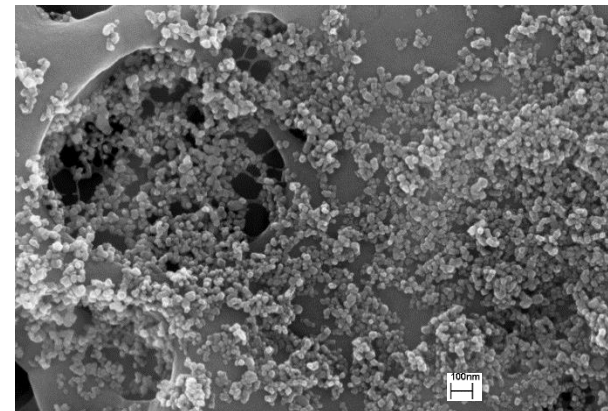
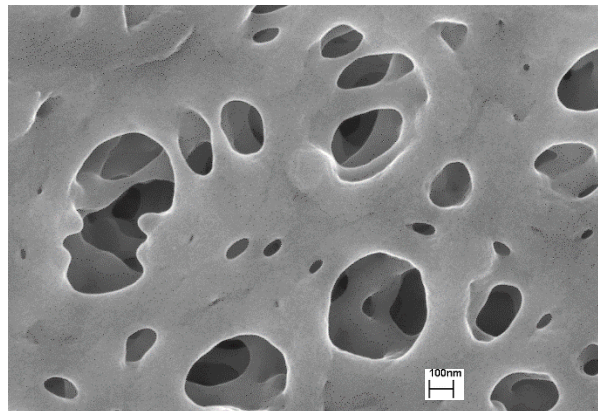
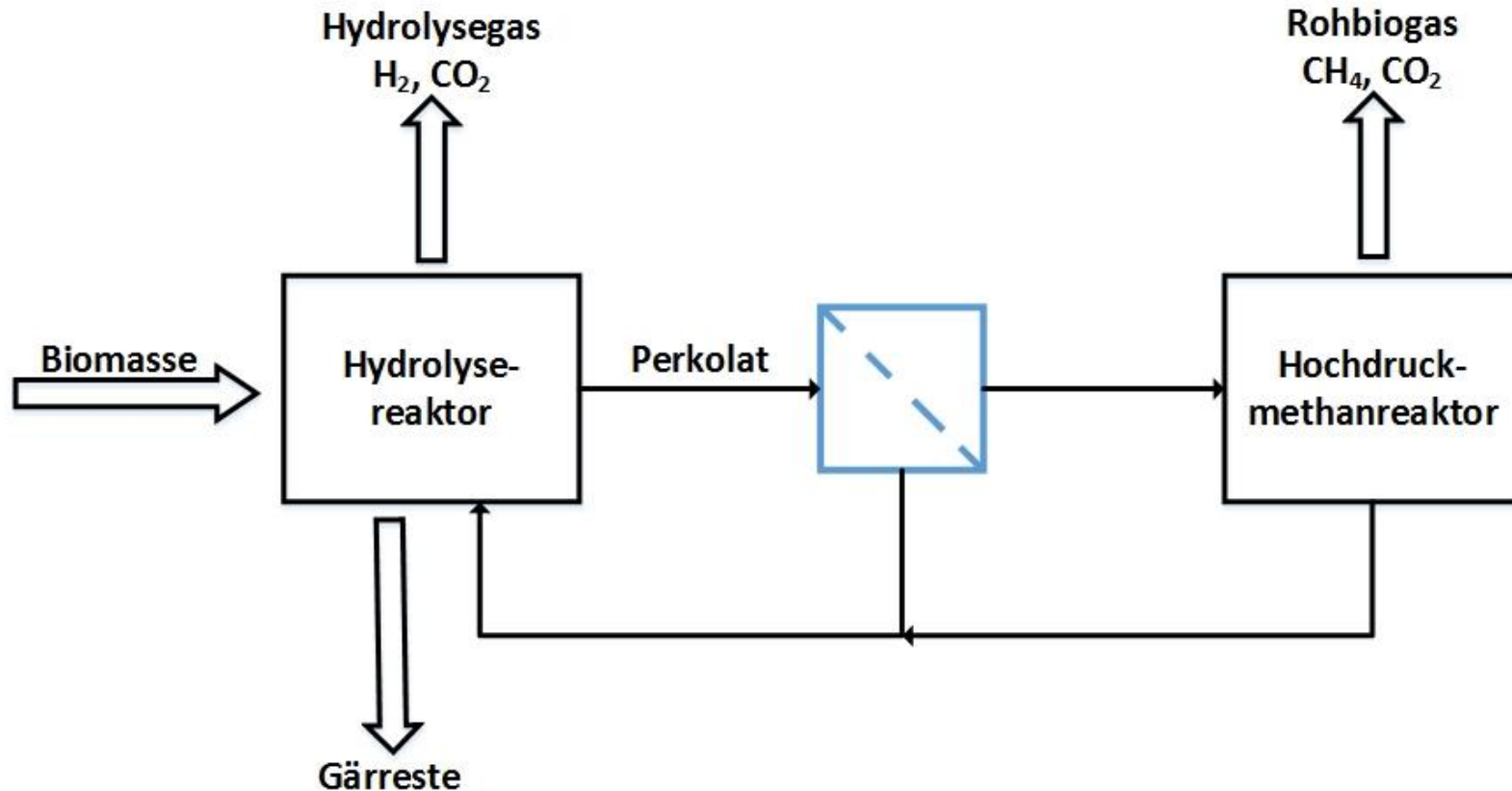


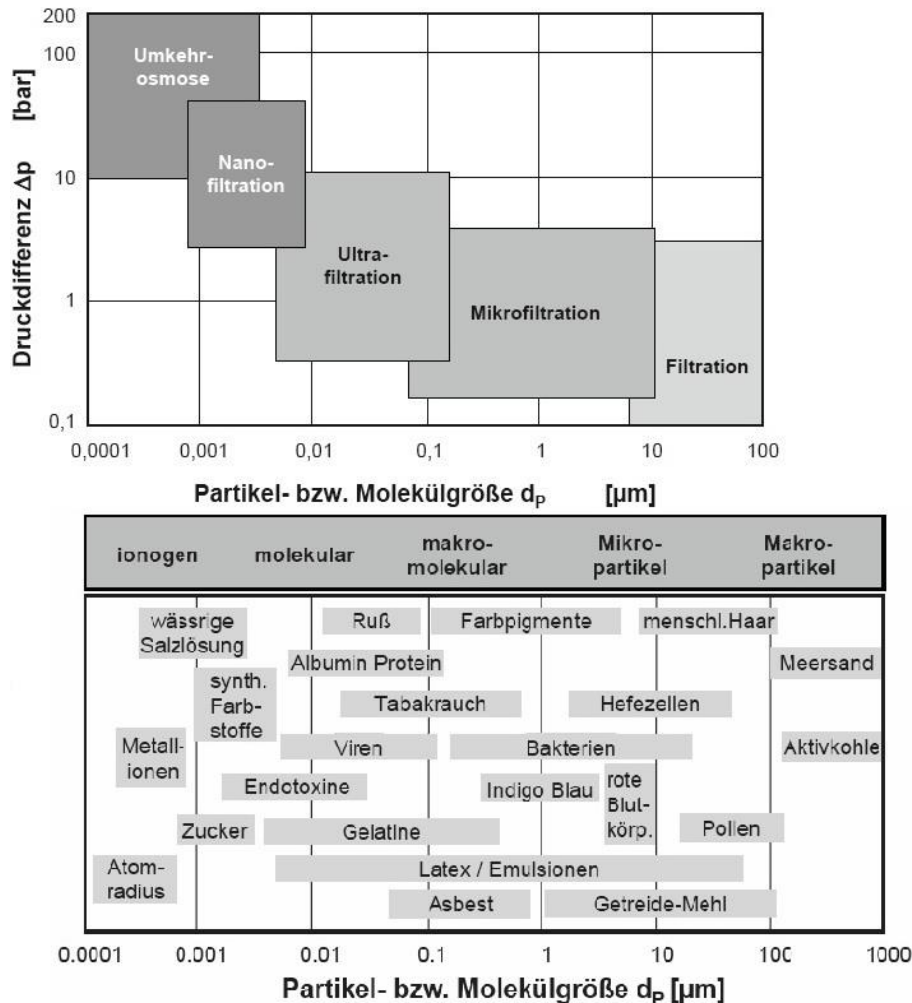
Abb.: <http://www.umweltbundesamt.de>

- Membranen → Zusammenhang?



Membranen in der Biogasproduktion





Zielsetzung:

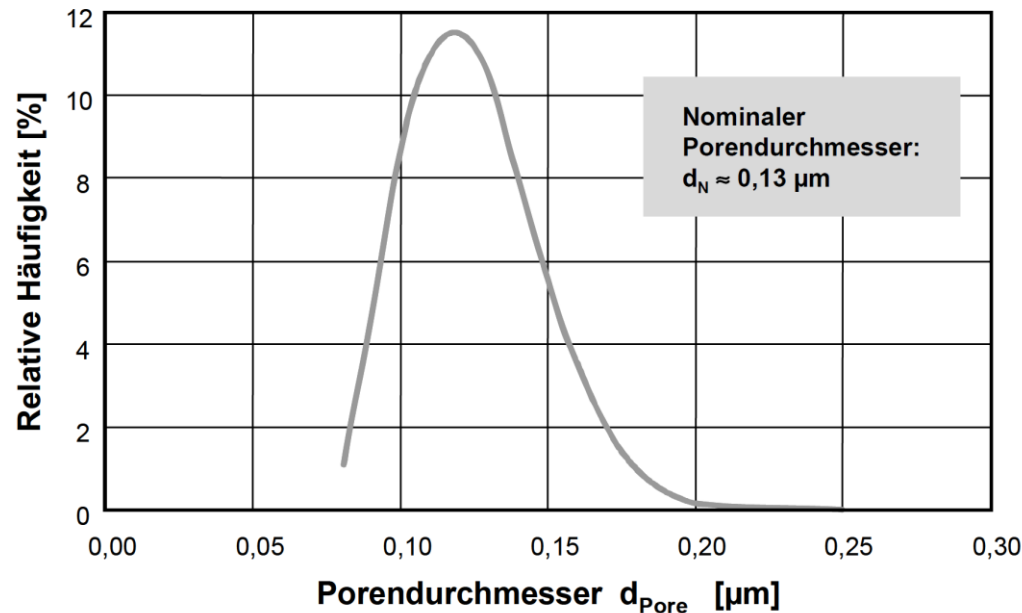
- Rückhalt der Feststoffe
- Minimaler Rückhalt der Säuren
- Durch Filtration Säuren besser zugänglich machen

→ MF-Membranen:

- Druckbetrieben (0,3 - 3 bar)
- Poröse Membranen
- Deckschichtbildung
- Konvektiver Stofftransport
- Porengrößenverteilung

Grafiken: Melin und Rautenbach, 2007

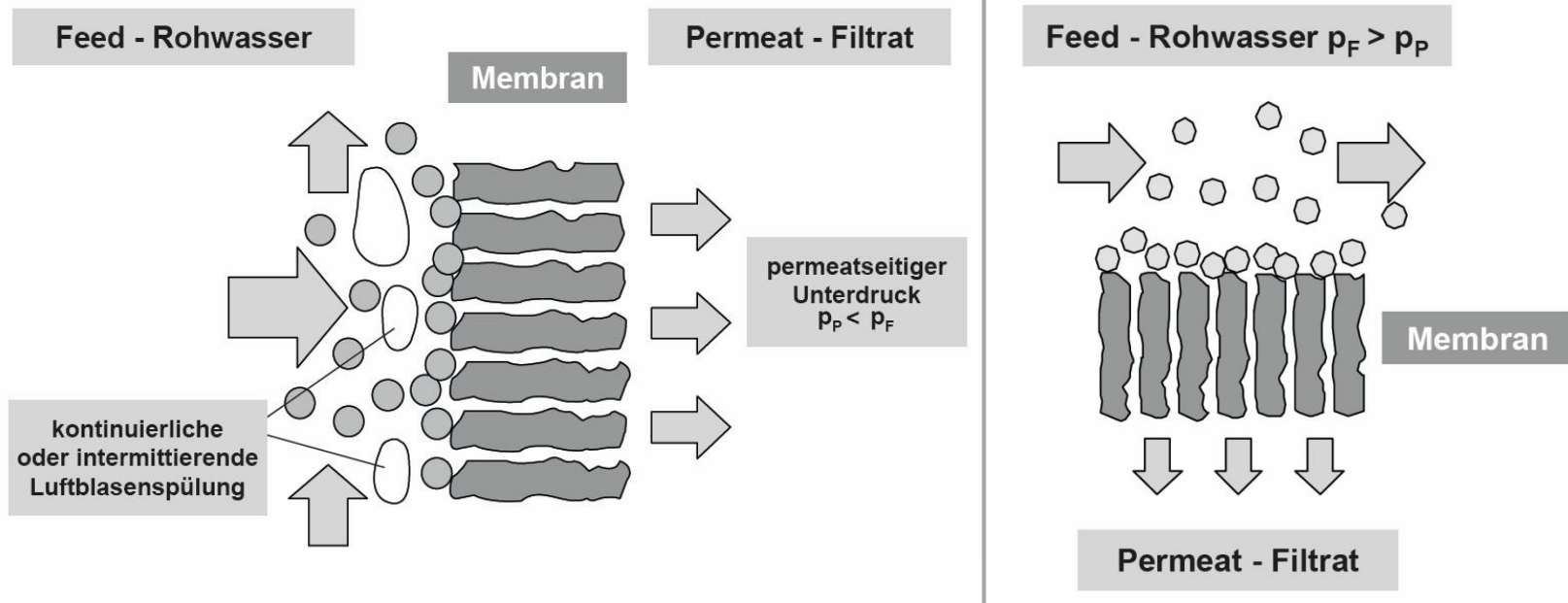
Porengrößenverteilung



- Porengrößenverteilung bestimmt Lage des Trennschrittes
- MF ca. 0,08 - 10 μm
- Membrancharakterisierung durch d_N

Grafik: Melin und Rautenbach, 2007

Prozessführung: Pseudo-Dead-End oder Cross-Flow?

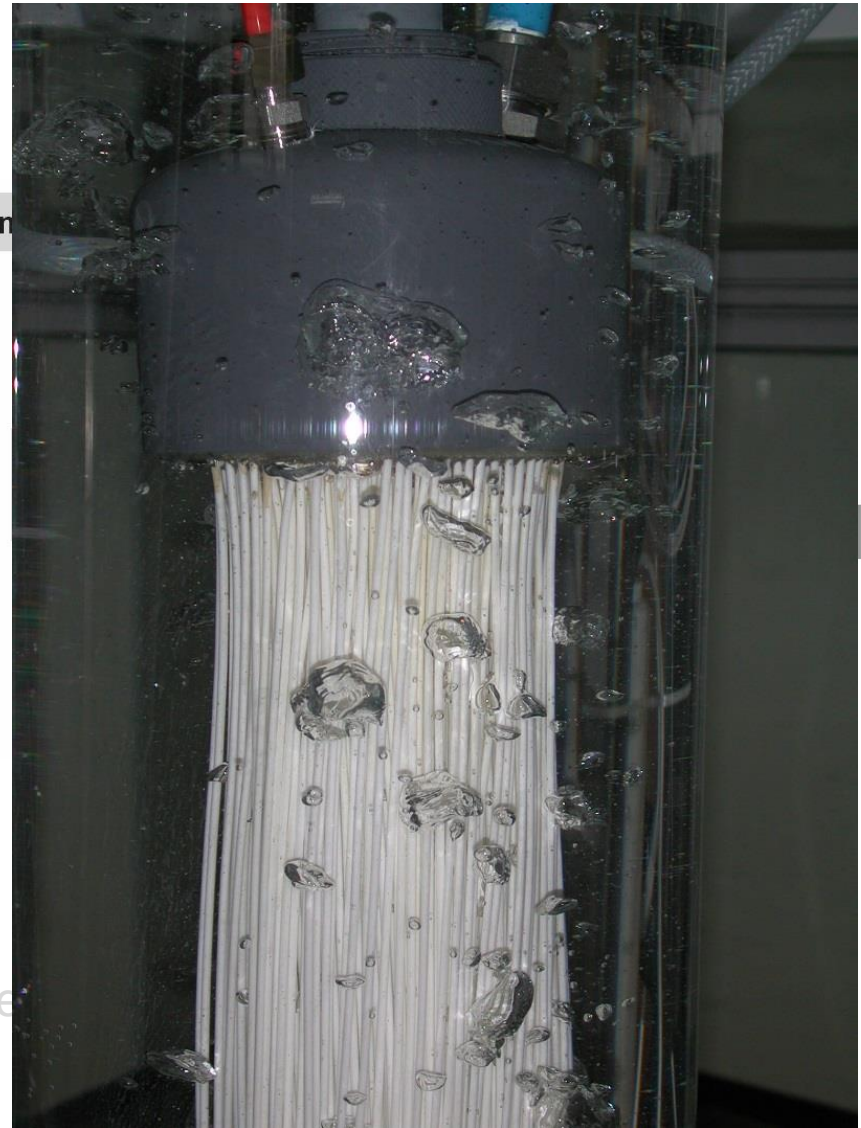
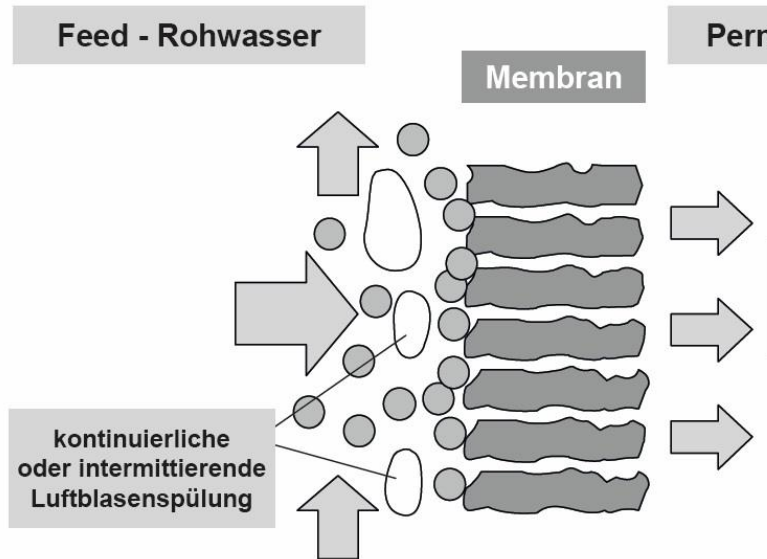


Anforderungen:

- Kurze Verweilzeiten
- Deckschichtkontrolle

Grafiken: Melin und Rautenbach, 2007

Prozessführung: Pseudo-Dead-End oder Cross-Flow?



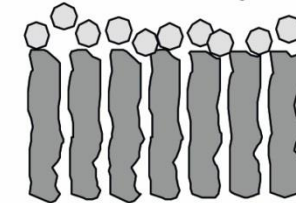
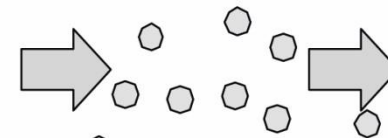
Anforderungen:

- Kurze Verweilzeiten
- Deckschichtkontrolle

Prozessführung: Pseudo-Dead-End oder Cross-Flow?



Feed - Rohwasser $p_F > p_P$



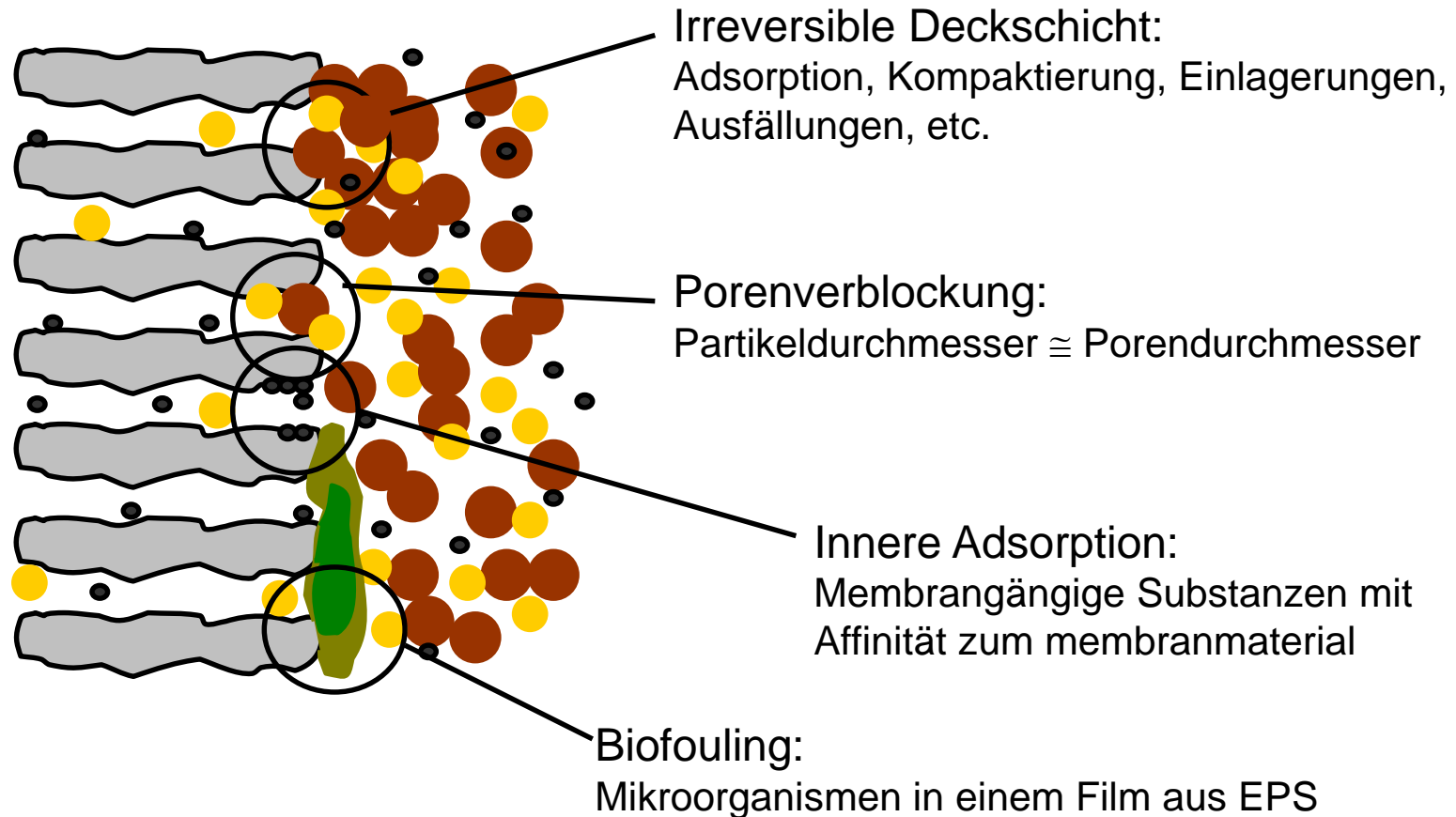
Membran

Permeat - Filtrat

Bild: <http://www.dellatoffola.it>

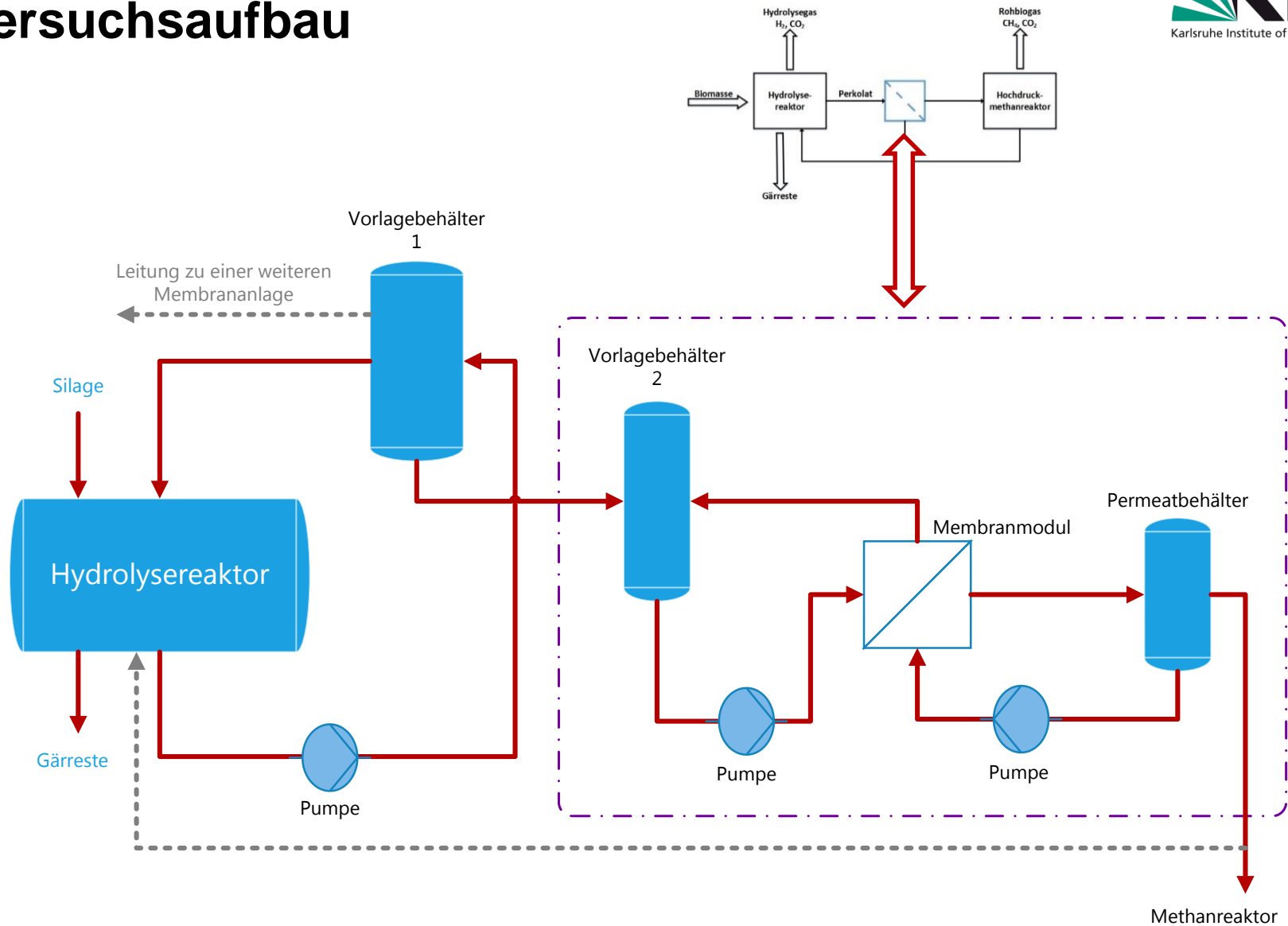
Grafik: Melin und Rautenbach, 2007

Foulingmechanismen bei porösen Membranen



Grafik: Melin und Rautenbach, 2007

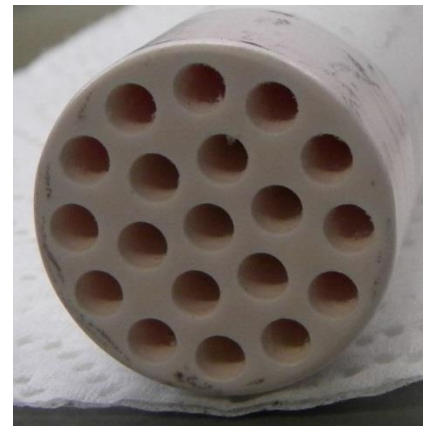
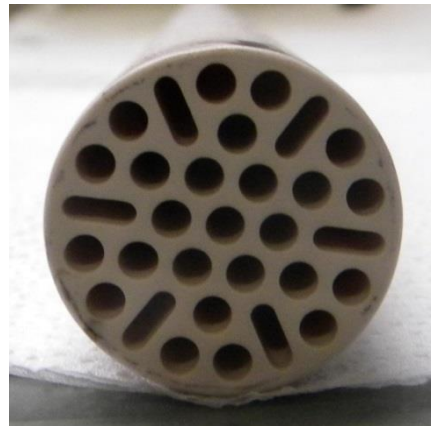
Versuchsaufbau



Versuchsaufbau: System



Verwendete Membranen

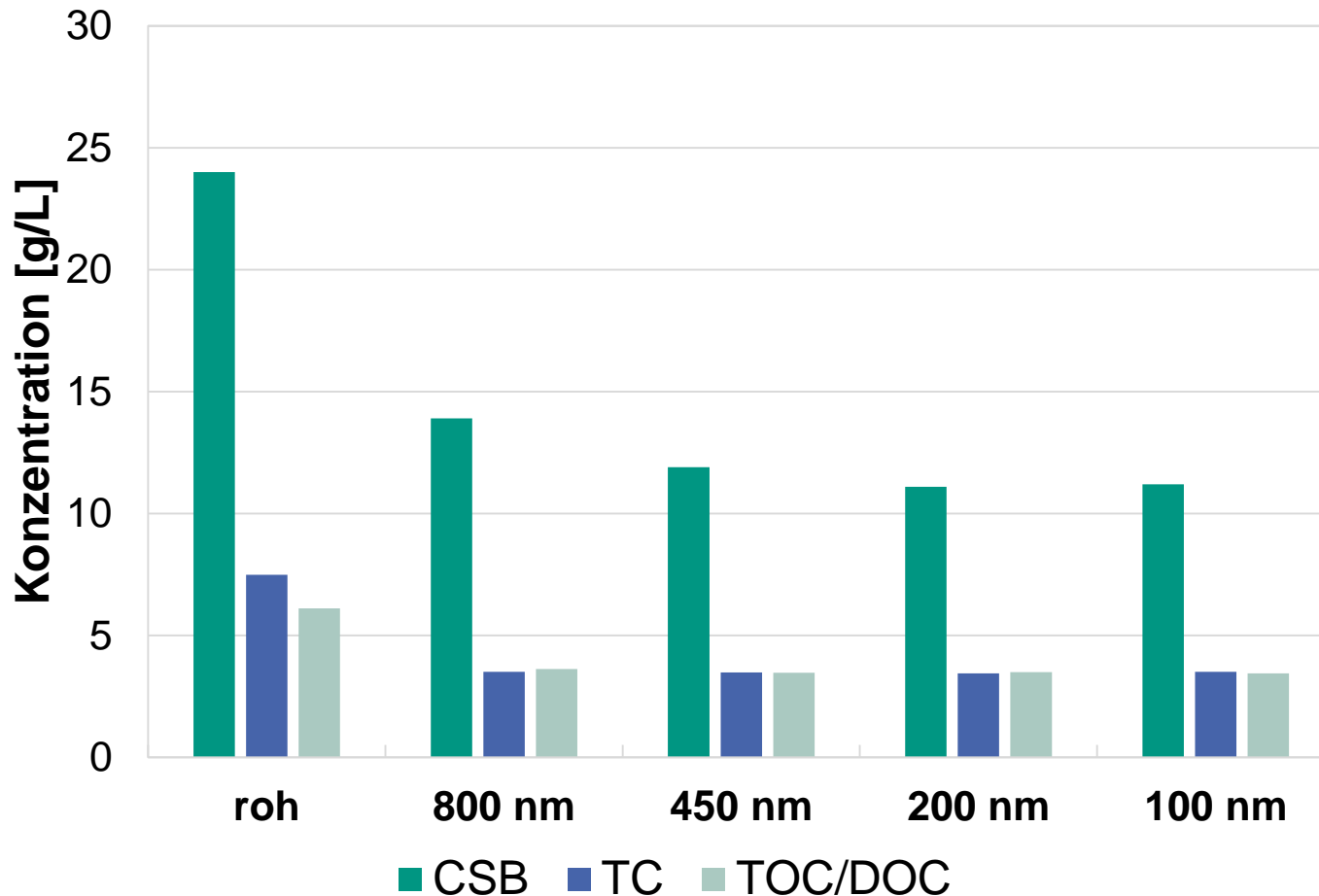


	Typ 31 KR	Typ NKR	Typ SKR
Maße [mm]	25 x 1000	25 x 1000	25 x 1000
Porengröße [µm]	0,8 u. 0,2	0,8 u. 0,2	0,2
Ø-Kanäle [mm]	3,0	3,5	6,0
Anzahl Kanäle	31	19	7
Membranfläche [m²]	0,31	0,21	0,13
Material	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

- Charakterisierung von Perkolat und Permeat:
 - Filtration PES-Membranen (0,1 μm ; 0,2 μm ; 0,45 μm ; 0,8 μm)
 - TOC, DOC, TC, CSB, pH, σ , organische Säuren, Anionen, Kationen
 - AMPTS-Messungen (Fa. Bioprocess Control)
 - Messung des akkumulierten Methanvolumens über die Zeit
 - Faulschlamm aus KA Heidelberg als Inokulum

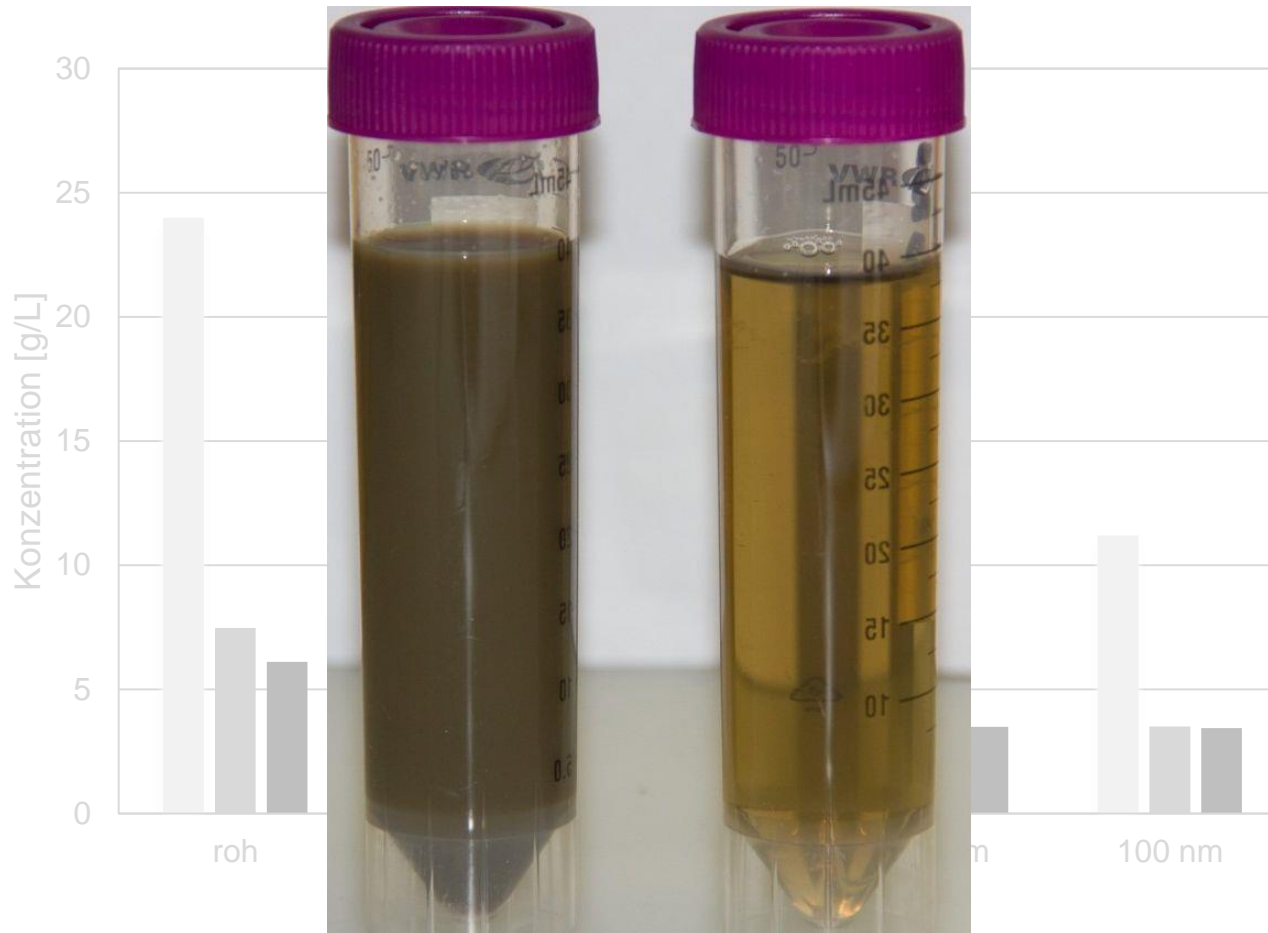
- Membranfiltrationsversuche:
 - Langzeitbetrieb (T = 35, 50 °C; mit/ohne Rückspülung; t > 30 d; TMP = 0,3 - 0,8 bar)
 - Einsatz verschiedener Membranen
 - Fouling
 - Membranreinigung

Die organischen Summenparameter



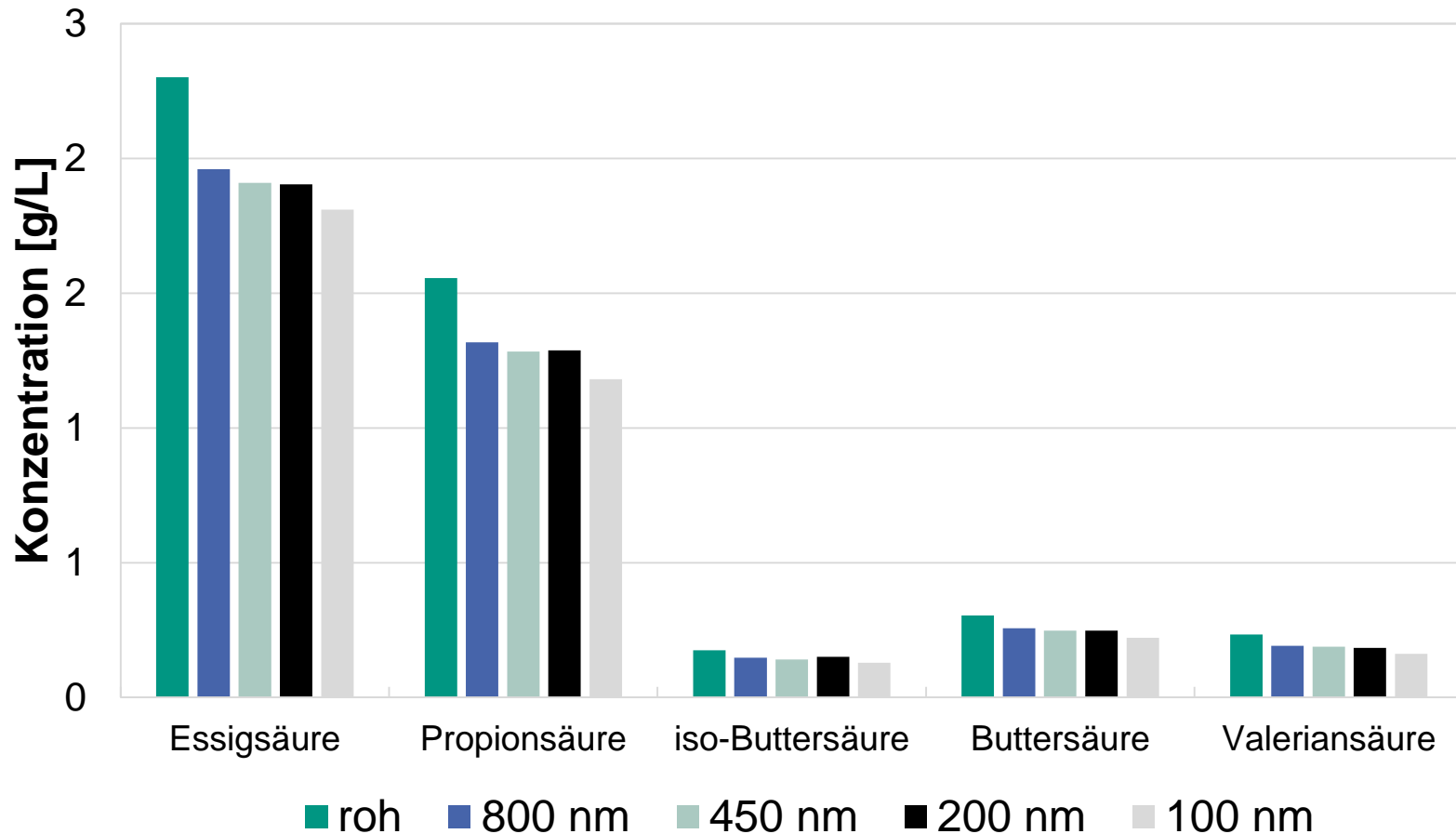
→ Ca. 40 - 50 % der organischen Bestandteile werden zurückgehalten

Die organischen Summenparameter



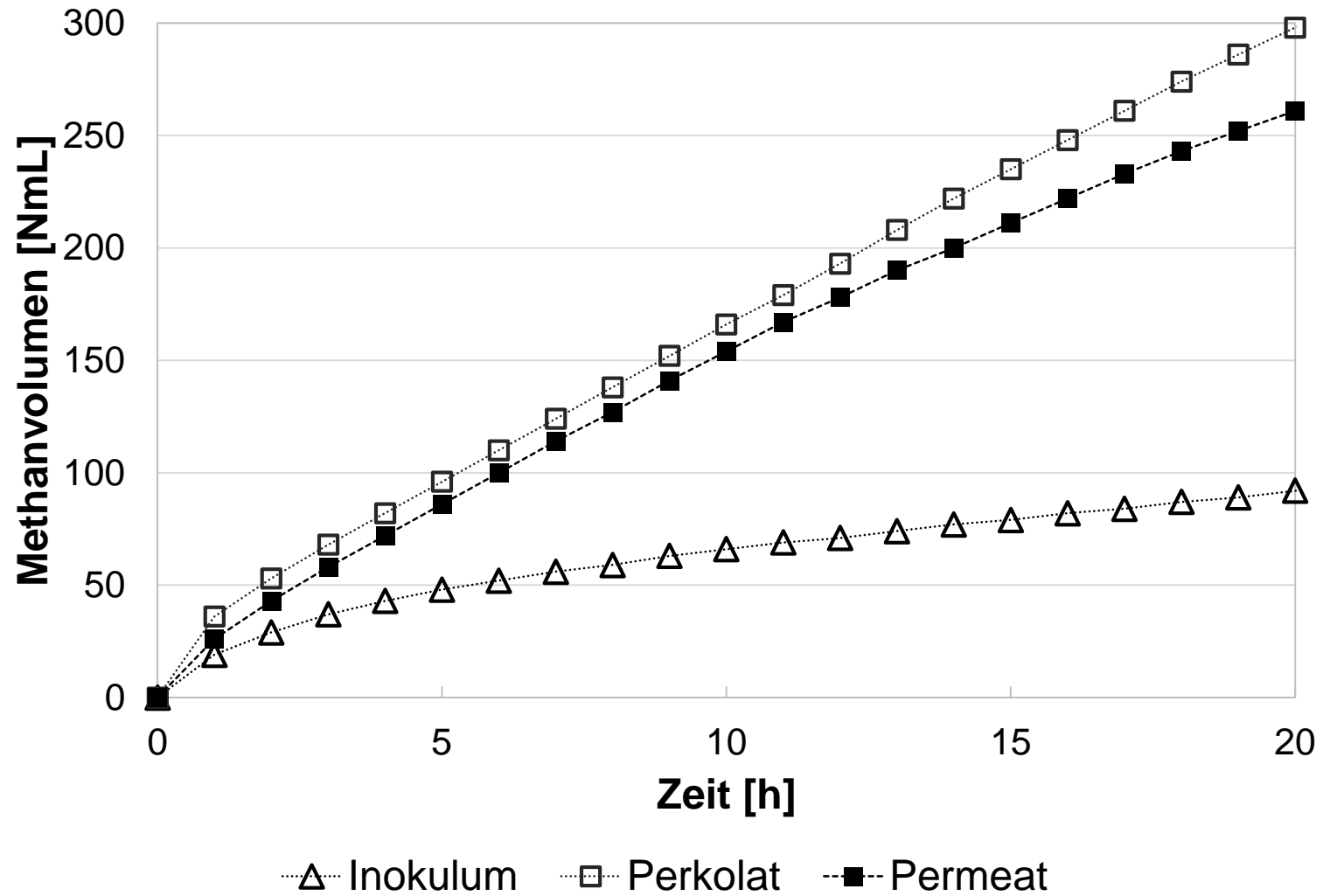
→ Ca. 50 % der organischen Bestandteile werden zurückgehalten

Der Rückhalt der organischen Säuren

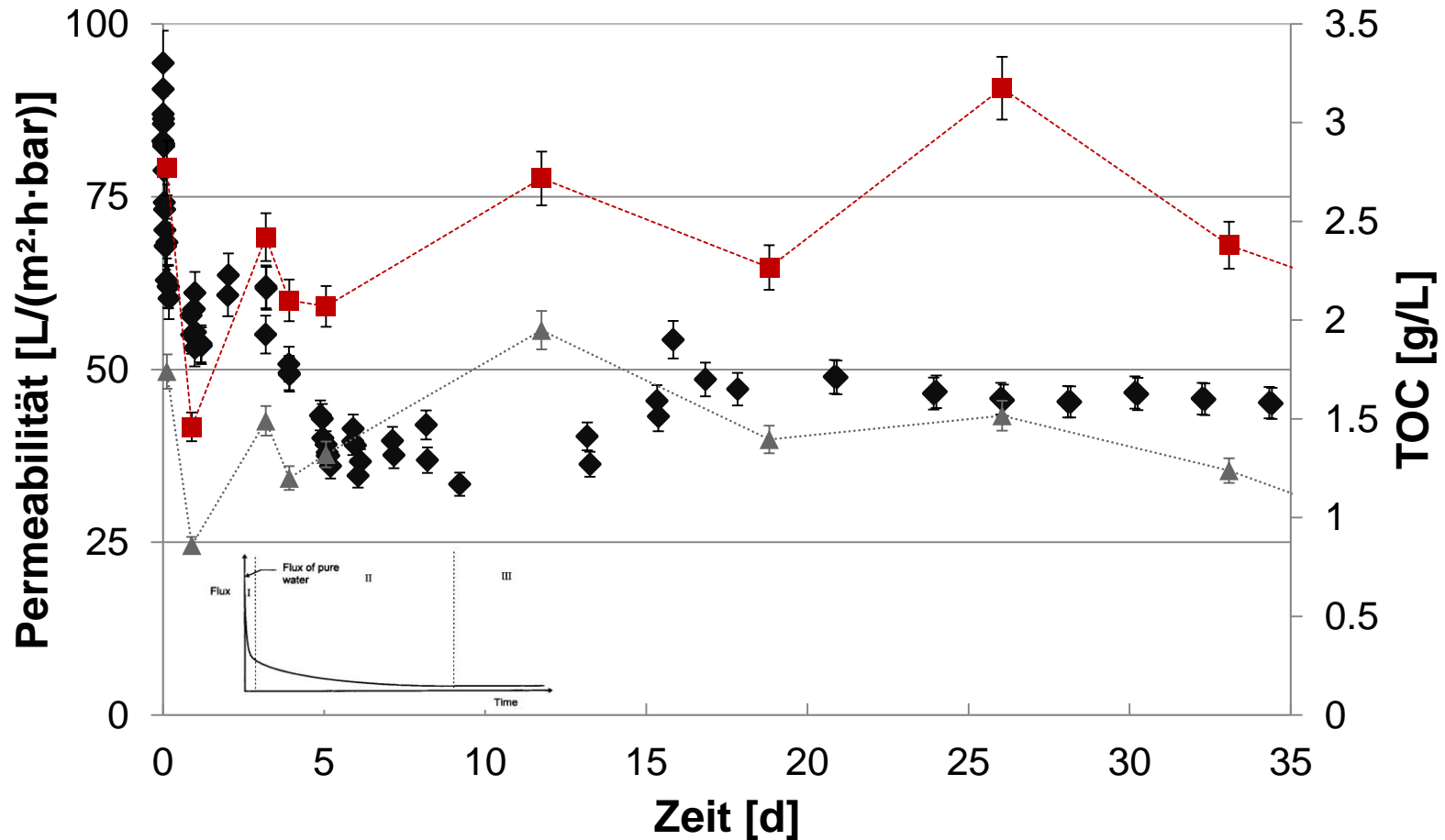


- Der Kohlenstoffanteil der analysierten Carbonsäuren beträgt ca. 50 % vom DOC-Gehalt
- Ca. 20 % der organischen Säuren werden zurückgehalten

AMPTS-Messung



Langzeitbetrieb



◆ Permeability - - - ■ - - - TOC ···· ▲ ···· TOC (Perm.)

→ Betriebsparameter: NKR (0,8 μm); T = 35 °C; keine Rückspülung

Membranreinigung

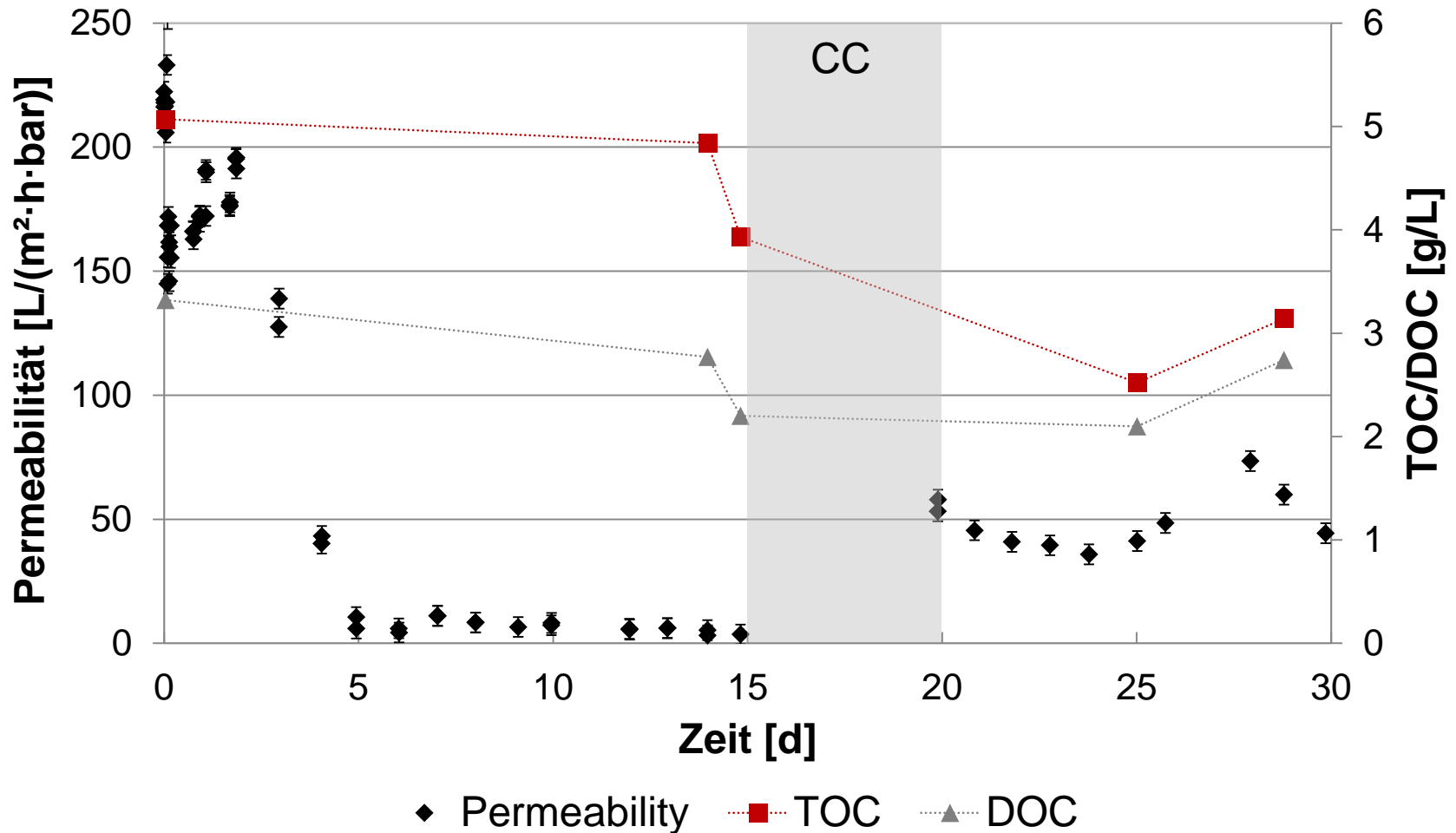
	Flux Wiederherstellung [%]
1. Mechanische Reinigung	30
2. Chemische Reinigung:	
2.1 Cleaning in Place (pH = 10,7)	0
2.2 Externes Reinigungsbad (pH = 13,0)	80



Verlust von Filterfläche



Langzeitbetrieb



→ Betriebsparameter: SKR; T = 50 °C; nach CC: ohne Rückspülung

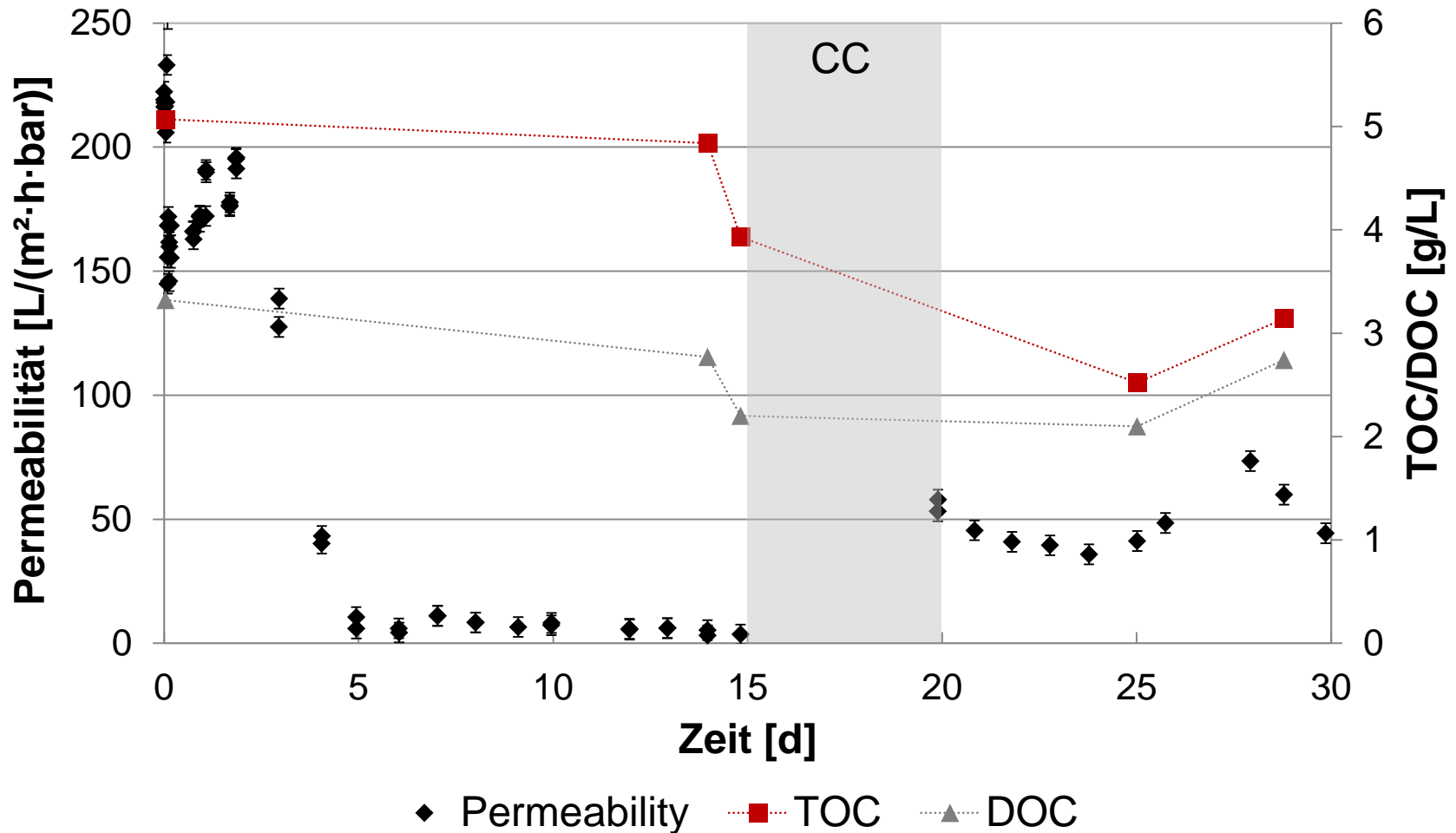
Pilzproblematik auf Permeatseite



- Nach chemischer Reinigung:

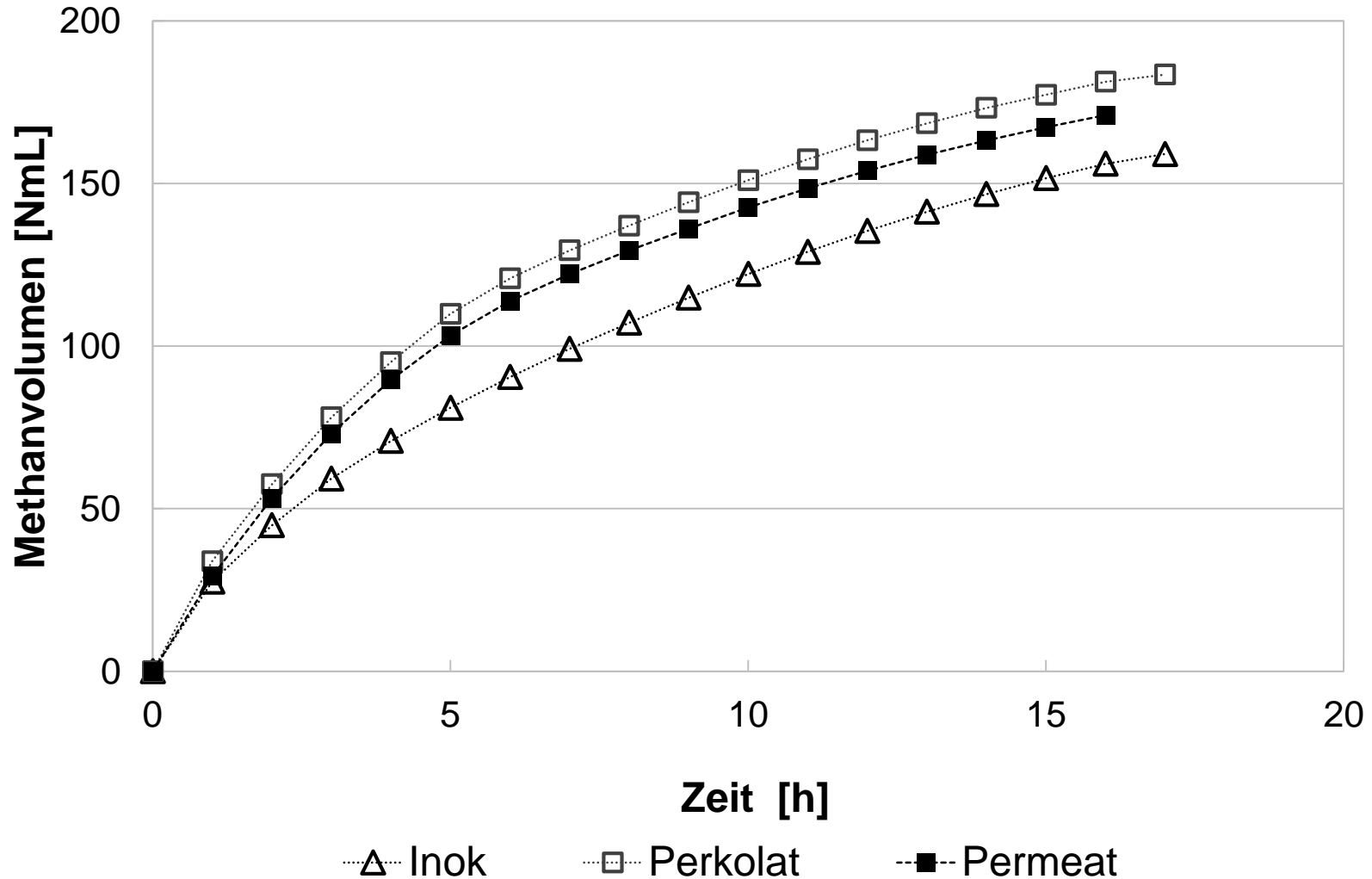


Langzeitbetrieb



→ Betriebsparameter: SKR; T = 50 °C; nach CC: ohne Rückspülung

AMPTS-Messungen



Zusammenfassung

- Die Porengröße hat kaum einen Einfluss auf den Membranrückhalt (im Porengrößenbereich von 0,1 - 0,8 μm)
- Ca. 40 - 50 % TOC-Rückhalt
- Ca. 20 % Rückhalt der Säuren
- Die Filtration hat keinen negativen Einfluss auf das Methanpotential
- Stabiler Betrieb der Membrananlage über mindestens 14 Tage möglich (TMP = 0,3 - 0,5 bar)
- Betriebsprobleme:
 - Starke Pilzbildung
 - Verlust von Filterfläche durch Verblockungen der Membrankanäle/-kapillaren

Danksagung



- Mohammed Abdulraheem, Martyna Karczewska
- EBI-Team

¿Fragen?